

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Меркулова Т. Н. – к. т. н.

Гордели Н. Н. – студентка

ФГОУ ВПО "Новочеркасская государственная мелиоративная академия"

В статье приводится анализ эффективности работы над современными средствами защиты водных объектов от загрязнений. Представлены конструктивные особенности тканевых наплавных конструкций, предназначенных для повышения эффективности работы биоинженерных сооружений.

Отечественный опыт применения мягких гидротехнических конструкций (МГК) насчитывает более 50 лет. Производственное использование в водохозяйственном и мелиоративном строительстве МГК получили во второй половине шестидесятых годов прошлого века, основоположниками этого являлись профессора Б.И. Сергеев (Новосибирск, Новочеркасск), А.Л. Можевитинов (Санкт-Петербург), Н.П. Розанов (Москва). Наиболее широкое внедрение в практику мелиоративного и водохозяйственного строительства МГК получили в 70-е годы XX столетия. Как показывает анализ литературных источников [1–5], широкому внедрению МГК в производство предшествовали следующие этапы.

Первый этап – появление первых конструктивных и теоретических идей, основанных большей частью на интуитивных представлениях (40-е и 60-е годы XX века).

Второй этап – разработка теоретических основ конструирования,

базирующихся на широкомасштабных лабораторных и натурных исследованиях (60–70 годы XX века).

Третий этап – дальнейшее развитие теоретической базы по созданию новых конструкций и их расчет при статической и динамической нагрузках, широкомасштабные производственные испытания различных типов МГК и налаживание их серийного изготовления (с середины 70-х годов по настоящее время).

Четвертый этап – широкое внедрение МГК в водохозяйственную, топливно-энергетическую, сельскохозяйственную и другие отрасли народного хозяйства. Дальнейшее эволюционное совершенствование существующих, создание новых конструкций МГК и расширение области их применения в различных технологических схемах управления качеством и защиты водных объектов от загрязняющих веществ.

За последние 25 лет теория, производство и эксплуатация мягких гидротехнических конструкций в отечественной практике достигли четвертого этапа. Одной из основных предпосылок быстрого развития нового конструктивного направления в области водного хозяйства и мелиорации является задача создания теоретической базы расчета и конструирования, при решении которой, возникали значительные трудности.

Во-первых, сложность явлений, наблюдающихся при работе МГК, это вызывает определенные затруднения при математическом описании и исследовании происходящих процессов.

Во-вторых, большинство методов и результатов гидравлики, строительной механики относится к жестким (из традиционных материалов) сооружениям, и переход к МГК потребовал пересмотра установившихся воззрений и гипотез.

Из смежных областей науки, как отмечается в работах профессора В.А. Волосухина, наиболее тесно связаны с теорией мягких оболочек безмоментная теория тонких оболочек, теория пластинок и мембран, теория

изгибания поверхностей, теория висячих систем [2; 4].

Применительно к водохозяйственной отрасли в отечественной практике идея создания "парусного" затвора (прототип плотин мембранного типа) была высказана в 1929 г. и обоснована в 1932 г. авторами отчета Г.Н. Красниковым, Е.С. Кузнецовым, М.А. Липшицем и Н.П. Розановым. Дальнейшее развитие идеи по созданию МГК нашло отражение в работах А.Г. Воробьева, А.Л. Можевитинова, К.И. Страхова, С.М. Проскурникова. При переходе от первого этапа ко второму наиболее значительны работы О.Г. Затворницкого, Н. Anwar.

На втором и в начале третьего этапа значительный вклад в развитие теории расчета и конструирования внесли работы профессора Б.И. Сергеева, В.А. Волосухина, которые явились основой создания научной школы по разработке и применению МГК в отечественной практике.

На третьем и в начале четвертого этапа в разработку общей технической теории расчета и конструирования МГК наиболее весомый вклад внесли работы В.А. Волосухина, В.Л. Бондаренко, В.Н. Щедрина, Т.П. Кашарина, Ю.М. Косиченко, Ю.А. Свистунова.

Наряду с этими работами определенный вклад в развитие данного направления внесли работы И.П. Петрова, А.П. Назарова, В.И. Кашарина, В.Б. Ковшевацкого, В.М. Федорова, А.В. Крошнева, М.И. Пономаренко и др.

Дальнейшее развитие нового конструктивного направления в водохозяйственной отрасли характеризуется созданием многообразия конструктивных решений, которые получили широкое применение на практике. Одним из таких конструктивных направлений из семейства МГК является направление, связанное с разработкой и практическим применением тканевых наплавных конструкций.

Тканевые наплавные конструкции (ТНК) представляют собой незамкнутую "цилиндрическую" оболочку, размещаемую в водном потоке,

верхняя кромка которой крепится к системе поверхностных поплавков, а нижняя кромка – к системе донных якорей.

Конструктивная и функциональная особенности ТНК заключаются в максимальной адаптивной способности конструкции к изменениям внешних воздействий и в возможности управлять (регулировать) гидравлической структурой потока в зоне действия сооружения.

В настоящее время применение различных типов ТГК осуществляется при разработке новых или совершенствовании имеющихся технологических схем по регулированию и управлению качественными показателями на водных объектах.

При разработке тех или иных технологических схем управления и регулирования качественными показателями на водных объектах в отечественной практике применительно к конкретным технологическим схемам разрабатывают новые или усовершенствуют существующие конструкции МГК, которых насчитывается более 2000.

Для достаточно широкого круга различных технологических схем регулирования и управления качественными показателями на водных объектах разработаны базовые конструкции, которые включают в себя тканевые наплавные конструкции (ТНК), тканевые конструкции мембранного типа (ТКМ), тканевые конструкции наполняемого типа (ТКН) и гибкое полотно.

Наиболее широкое применение в разработке новых и совершенствовании существующих технологических схем по регулированию и управлению качественными показателями на водных объектах, как уже отмечалось выше, получили ТНК, которые могут устанавливаться на любых водоемах с глубиной до 15 м и по длине имеют любую протяженность. На практике их длина достигала 1 км (проект Смоленской АЭС).

Если в технологических схемах доочистки сточных вод применяются только сооружения механической и искусственной биологической очист-

ки, снижение загрязняющих взвешенных и органических (по БПК) веществ происходит до 15 мг/л, азота и фосфора в среднем на 40 %. Для очистки сточных вод до нормативных показателей кроме механической и биологической очистки устраивают специальные сооружения доочистки.

Согласно нормативным требованиям, концентрация взвешенных и органических (по БПК) веществ в сточных водах, отводимых в водный объект, должна составить 3–5 мг/л, азота аммонийных солей (по N) и фосфатов (P_2O_5) – 0,5 мг/л, нитритов – до 0,02 мг/л, нитратов – до 10 мг/м [7].

В настоящее время на практике используются следующие сооружения доочистки сточных вод: фильтрующие колодцы, биологические пруды и сооружения искусственной очистки.

Отечественная и зарубежная практика показывает, что биологические пруды с естественной и искусственной аэрацией являются наиболее экономичными в материальных затратах и наиболее надежными в функциональном отношении. В них снижение содержания загрязняющих взвешенных и органических (по БПК) веществ доходит до 5 мг/л, а также наблюдается уменьшение содержания биогенных элементов и бактериальных загрязнений.

Одним из важных технологических элементов биологических прудов является насыщение кислородом водной среды. При использовании обычных (традиционных) конструкций биологических прудов насыщение водной среды кислородом происходит через контакт водной поверхности с воздушной средой, что вызывает необходимость поддержания глубины воды, не превышающей 1 м.

Для увеличения функциональной эффективности (скорости доочистки) биологических прудов вводят искусственную аэрацию, что позволяет увеличить глубину воды в прудах до 3,5 м и соответственно уменьшать занимаемые пространственные территории под биологические пруды.

Искусственная аэрация, или насыщение кислородом водной среды,

может производиться гидравлическим путем или искусственным нагнетанием сжатого воздуха по перфорированным трубам в водную среду. Если учитывать современную стоимость энергоносителей, то насыщение водной среды кислородом путем подачи сжатого воздуха становится очень энергоемким и дорогостоящим способом. Поэтому наиболее перспективным является гидравлический способ аэрирования водной среды на биологических прудах.

Гидравлическая аэрация водной среды в биологических прудах предусматривает создание оптимальной гидравлической структуры потока, как в плане, так и по глубине.

При использовании конструкций из традиционных материалов, как показывает анализ опыта их эксплуатации, уровень аэрации повышается незначительно, и функциональная эффективность используемых сооружений в отдельности и биопруда в целом невысокая. Объясняется это тем, что конструкции, выполненные из традиционных материалов (бетона, металла) взаимодействуют с потоком воды в статическом режиме, т.е. пассивно воздействуют на поток воды, проходящий через сооружение.

При изменении уровней воды в биологическом пруде (увеличение или уменьшение глубин) установленное сооружение не меняет своих геометрических параметров и соответственно изменяется (становится меньше) его функциональная работоспособность по насыщению водной среды кислородом.

В случае возникновения аварийной ситуации на технологических элементах системы очистки сточных вод, когда возможен залповый выброс загрязненных вод в биологический пруд доочистки, конструкции из традиционных материалов не способны в необходимой мере защитить акваторию пруда от планового распространения неочищенных сточных вод по акватории пруда с последующим их попаданием непосредственно в водный объект. Так, например, при анализе инженерной схемы ботаниче-

ской площадки, которая используется для доочистки промышленных сточных вод, все ограждающие элементы выполнены из традиционных материалов, что не позволяет в полной мере эффективно управлять гидравлической структурой потока при прохождении его через секции. В процессе эксплуатации ограждающие и разделительные элементы такой ботанической площадки быстро изнашиваются и требуют значительных ресурсных затрат на их восстановление для поддержания функциональной работоспособности сооружения в целом.

Наряду с проходящими процессами доочистки сточных вод в биологических прудах также протекают процессы самоочищения. Установлено, что процессы самоочищения функционально зависят от ряда параметров, определяющих интенсивность внутриводоемных процессов. Так, на скорость самоочищения от органических веществ влияют: температура воды, концентрация растворенного кислорода, биомасса, произрастающая в пруде, и активность микрофлоры.

Следовательно, чтобы управлять процессами самоочищения (ускорять, замедлять), необходимо создавать определенные гидравлические, температурные и др. условия, направленные на увеличение или уменьшение насыщения воды кислородом, изменение температуры в слоях водной среды, интенсификацию роста биомассы и активности микрофлоры или, наоборот, их снижения.

Управление процессами насыщения водной среды кислородом, изменение температуры в слоях водной среды может быть достигнуто различными сооружениями или устройствами, которые размещаются на водной акватории биопруда. Анализ конструкций из традиционных материалов и конструкций, выполненных из высокопрочных тканевых материалов, показывает, что конструкции из тканевых материалов (ТГК) по всем техническим и функциональным параметрам превосходят конструкции из традиционных материалов.

Отличительными конструктивными особенностями ТГК являются: гибкость, мобильность, трансформируемость при изменениях нагрузок, высокая адаптивная способность к изменяющейся внешней среде, в данном случае водной, и др.

Для управления гидравлической структурой потока, насыщения кислородом водной среды, перемешивания донных слоев (с более низкой температурой) с поверхностными слоями (более теплыми) по всей площади биологического пруда могут быть использованы мягкие наплавные конструкции. Применительно к выполняемым функциональным задачам наиболее приемлемыми являются ТНК, которые принимаются в качестве базовых для совершенствования технологий доочистки сточных вод, защиты водной среды биологического пруда от загрязнения при аварийных сбросах неочищенных сточных вод и интенсификации процессов самоочищения воды на биологических прудах после технологических процессов очистки и доочистки сточных вод.

Список литературы

1. Гареев, А. М. Оптимизация водоохранных мероприятий в бассейне реки (географо-экологический аспект) / А. М. Гареев. – СПб. : Гидрометеиздат, 1995. – 200 с.
2. Волосухин, В. А. Геометрические уравнения тканевых оболочек при больших перемещениях : учеб. пособие / В. А. Волосухин. – Новочеркасск : НИМИ, 1993. – 30 с.
3. Волосухин, В. А. Тканевые и сетчатые конструкции в водном хозяйстве : учеб. пособие / В. А. Волосухин, В. Л. Бондаренко. – Новочеркасск : НИМИ, 1994. – 100 с.
4. Волосухин, В. А. Основы теории и методы расчета тканевых сооружений мелиоративных систем : Монография / В. А. Волосухин, В. А. Кузнецов. – Новочеркасск : НГМА, 2001. – 266 с.
5. Воробьев, А. Г. О расчете мягкой наливной плотины / А. Г. Воробьев // Вопросы гидротехники : Тр. НИИВТа. – Новосибирск, 1968. – Вып. 38. – С. 47–56.
6. Восстановление и охрана малых рек: Теория и практика : под ред. К. К. Эдельштейна, М. И. Сахаровой ; пер. с англ. А. Э. Габриэляна, Ю. А. Смирнова. – М. : Агропромиздат, 1989. – 317 с.
7. Абрамович, И. А. Обоснованность нормативных требований к качеству очистки сточных вод / И. А. Абрамович // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 1. – С. 17–18.